

# Технические характеристики устройства NI PXIe-5644R

## Программно-конфигурируемый векторный ВЧ-трансивер с частотным диапазоном до 6 ГГц

В данном документе приведены технические характеристики устройства NI PXIe-5644R (NI 5644R). В данном документе термин *векторный анализатор ВЧ сигналов* относится к элементу структуры программно-конфигурируемого векторного трансивера, предназначенному для приёма ВЧ сигналов, а термин *векторный генератор ВЧ сигналов* относится к элементу структуры программно-конфигурируемого векторного трансивера, предназначенному для генерации ВЧ сигналов.

Значения тех или иных технических характеристик обеспечиваются конструкцией устройства и кроме особо оговоренных случаев справедливы для следующих условий:

- длительность «разогрева» - 30 минут,
- выполненная калибровка,
- селектор выбора скорости вращения лопастей вентилятора выставлен в положение High; дополнительно компания NI рекомендует использовать заглушки слотов и экранирующие декоративные панели для уменьшения градиента температуры,
- при создании конфигурационного файла ПЛИС было использовано надлежащим образом IP-ядро Calibration,
- между соединителем CAL IN и соединителем CAL OUT установлен кабель Calibration Interconnect.



Не отсоединяйте кабель, установленный между соединителем CAL IN и соединителем CAL OUT. Отсоединение кабеля или его повреждение может привести к нарушению заводской калибровки, что влечёт ухудшение значений тех или иных характеристик работы устройства.

Кроме особо оговоренных случаев, значения тех или иных технических характеристик справедливы при следующих настройках устройства NI 5644R:

- внутренний источник опорного синхросигнала,
- опорный уровень для сигнала на входе RF IN: – 0 дБм,
- уровень сигнала на выходе RF OUT – 0 дБм,
- режим перестройки частоты частоты генератора LO – дискретный,
- ширина полосы системы ФАПЧ генератора LO – средняя,
- шаг перестройки по частоте выходного сигнала гетеродина – 200 кГц,
- частота выходного сигнала гетеродина – 2,4 ГГц,
- источник сигнала гетеродина: внутренний.

С помощью ВЧ устройств производства компании National Instruments возможно производить генерацию и/или приём сигналов в пределах частотных диапазонов оговорённых стандартом Medical Implantable Communication System (MICS). ВЧ устройства производства компании National Instruments в процессе производства проверяются на работоспособность. Более подробную информацию о приложениях, в которых могут быть использованы ВЧ устройства производства компании National Instruments можно получить в ближайшем к Вам представительстве компании National Instruments; контактная информация представительств компании National Instruments приведена на странице [ni.com/global](http://ni.com/global).

Документ может быть изменён без предварительного уведомления. Наиболее новая версия технических характеристик прибора NI 5644 доступна на странице по адресу [ni.com/manuals](http://ni.com/manuals).

Технические характеристики описывают гарантированные конструкцией и аппаратной структурой параметры работы устройства при температуре окружающего воздуха от 0°C до 55°C, если другое не оговорено особо.

Типичные значения указывают характеристики значения, которых не покрываются гарантией и не включают доверительные интервалы, не включают погрешности измерений и не учитывают влияние других параметров. Типичные значения различны для всех произведённых устройств. Кроме особо оговорённых случаев, типичные значения учитывают отклонение тех или иных значений, полученных при разработке или производстве изделия с доверительной вероятностью 90% (при температуре окружающего воздуха 23±5°C).

Характеристики с доверительной вероятностью 2 $\delta$  – это значения с доверительной вероятностью 2 $\delta$  т.е. для которых указанное значение, кроме особо оговорённых случаев, справедливо в 95% случаев при температуре окружающего воздуха 23±5°C.

Номинальные значения (дополнительная информация) указывают дополнительную информацию, которая может быть полезна при работе с устройством, включая значения тех характеристик, не включённые в *Технические характеристики* или для которых нет типичных значений. Номинальные значения не обеспечены гарантийными обязательствами.



Для выполнения требований по электромагнитной совместимости устройства, используйте его только совместно с экранированными кабелями и другими вспомогательными принадлежностями.



Для выполнения требований по электромагнитной совместимости устройства, его необходимо эксплуатировать только с кабелями длиной менее 3 метров.



В статье *Read Me First: Safety and Electromagnetic Compatibility* приведена подробная информация о требованиях безопасности проведения работ и выполнения требований электромагнитной совместимости. Загрузить статью можно открыв страницу [ni.com/manuals](http://ni.com/manuals) и выполнив поиск по названию статьи.



В случае невыполнения при эксплуатации рекомендаций и указаний, приведённых в данном документе, защитные функции, реализованные в устройстве, могут быть утеряны.



Не отсоединяйте кабель, установленный между соединителем CAL IN и соединителем CAL OUT. Отсоединение кабеля или его повреждение может привести к нарушению заводской калибровки, что влечёт ухудшение значений тех или иных характеристик работы устройства.

# Оглавление

Частотные характеристики.....	5
Время установления частоты.....	5
Внутренний источник опорной частоты.....	6
Ввод опорного синхросигнала (REF IN).....	6
Вывод опорного синхросигнала/стробирующего синхросигнала (REF OUT).....	6
Показатели чистоты спектра.....	6
Ввод ВЧ сигнала.....	8
Диапазон амплитуды входного сигнала.....	8
Длительность установления амплитуды.....	8
Абсолютные значения погрешности значения амплитуды.....	8
Амплитудно-частотная характеристика.....	9
Средняя интенсивность шума.....	10
Избирательность по побочному каналу.....	10
Негармонические выбросы.....	10
Уровень остаточного сигнала на выходе гетеродина.....	10
Уровень мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот.....	11
Перекры́стная модуляция третьего порядка (для ввода RF IN).....	13
Перекры́стная модуляция второго порядка (для ввода RF IN).....	13
Вывод ВЧ сигнала.....	14
Диапазон мощности выходного сигнала.....	14
Длительность установления амплитуды.....	14
Погрешность значения уровня мощности выходного сигнала.....	15
Амплитудно-частотная характеристика.....	16
Интенсивность шумов в выходном сигнале.....	16
Избирательность по побочному каналу.....	17
Гармоники.....	17
Уровень мощности составляющих с частотой не кратной частоте основной гармоники.....	17
Перекры́стная модуляция третьего порядка для выхода RF OUT.....	18
Уровень остаточного сигнала на выходе гетеродина.....	19
Уровень мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот.....	20
Амплитуда вектора ошибок.....	22
Амплитуда вектора ошибок для векторного анализатора ВЧ сигналов.....	22
Амплитуда вектора ошибок для векторного генератора ВЧ сигналов.....	23
Параметры модуляции для конкретных приложений.....	24
WLAN 802.11ac.....	24
WLAN 802.11n.....	24
WLAN 802.11a/g/j/p.....	25
WLAN 802.11g.....	25
WLAN 802.11b/g.....	25
LTE.....	26
WCDMA.....	26
Прочие характеристики.....	27
Характеристики встроенного динамического ОЗУ.....	28
Характеристики встроенного статического ОЗУ.....	28
Соединители на передней панели.....	29
RF IN.....	29
Коэффициент отражения (коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН)).....	29
RF OUT.....	29
Коэффициент отражения (коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН)).....	29
CAL IN, CAL OUT.....	30
LO OUT (соединители RF IN 0 и RF OUT 0).....	30
LO IN (соединители RF IN 0 и RF OUT 0).....	31
REF IN.....	31
PFI 0.....	32
Требования к окружающей среде.....	36
Безопасность, электромагнитная совместимость и соответствие требованиям CE.....	38
Соответствие директивам CE.....	39
Online поиск сертификатов.....	39
Защита окружающей среды.....	39
Утилизация электрического и электронного оборудования (WEEE).....	39
Техническая поддержка и профессиональное обслуживание.....	40

# Частотные характеристики

Приведенные здесь характеристики справедливы для портов RF IN 0, RF OUT 0

Диапазон частоты.....от 65 МГц до 6 ГГц

Полоса пропускания..... 80 МГц<sup>1</sup>

Дискретность перестройки частоты<sup>2</sup>..... <1 Гц

Шаг перестройки частоты выходного сигнала гетеродина

Дискретный режим..... программируемый, по умолчанию 200 кГц

Интегральный режим..... 4МГц, 6 МГц, 12 МГц, 24 МГц

## Время установления частоты

Таблица 1. Максимальное время установления частоты.

Погрешность	Максимальное время, мс		
	Малое значение полосы пропускания	Среднее значение полосы пропускания (по умолчанию)*	Максимальное значение полосы пропускания
$\leq 1 \times 10^{-6}$ конечного значения частоты	1,1	0,95	0,38
$\leq 0.1 \times 10^{-6}$ конечного значения частоты	1,2	1,05	0,4

\* Среднее значение полосы пропускания можно выбрать только в дискретном режиме.

Среднее значение полосы пропускания обозначает режим работы, в котором при настройке ФАПЧ соблюдается баланс между скоростью перестройки и уровнем фазового шума и не обозначает установление значения полосы пропускания арифметически точно между нижним и верхним значением полосы пропускания.

Приведённые здесь значения указывают только время установления частоты и не включают время установления амплитуды.

<sup>1</sup> Выровненная цифровым способом полоса пропускания ВЧ выхода и полоса пропускания ВЧ входа. Для выходного сигнала гетеродина с частотой  $\leq 109$  МГц полоса пропускания ограничена значением 20 МГц.

<sup>2</sup> Значение данного параметра состоит из значения дискретности перестройки гетеродина и значением перестройки частоты, осуществляемым при цифровой обработке сигнала реализуемой в ПЛИС.

## Внутренний источник опорной частоты

Начальное значение погрешности подстройки.....	$\pm 200 \cdot 10^{-9}$
Температурная нестабильность.....	$\pm 1 \times 10^{-6}$ , максимально
Нестабильность вследствие выработки ресурса.....	$\pm 1 \times 10^{-6}$ в год, максимально
Погрешность .....	<i>Начальное значение погрешности подстройки</i> $\pm$ <i>Нестабильность вследствие выработки ресурса</i> $\pm$ <i>Температурная нестабильность</i>

## Ввод опорного синхросигнала (REF IN)

Обратитесь к пункту *Соединители на передней панели.*

## Вывод опорного синхросигнала/стрибирующего синхросигнала (REF OUT)

Обратитесь к пункту *Соединители на передней панели.*

## Показатели чистоты спектра

Таблица 2. Характеристики однополосного фазового шума.

Диапазон частоты	Уровень фазового шума (дБ ниже несущей/Гц), отстройка 20 кГц (однополосный)		
	Диапазон ширины полосы пропускания		
	Нижний	Средний	Верхний
<3 ГГц	-99	-99	-94
От 3 ГГц до 4 ГГц	-91	-93	-91
От 4 ГГц до 6 ГГц	-93	-93	-87

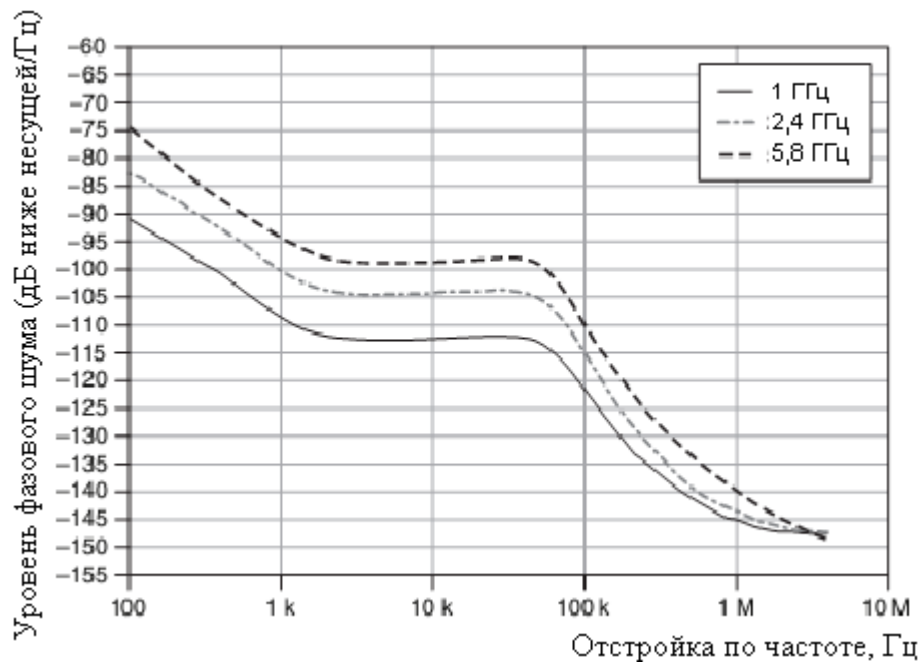


Рисунок 2. Результат измерения фазового шума сигналов частотой 1 ГГц, 2,4 ГГц и 5,8 ГГц<sup>3</sup>.

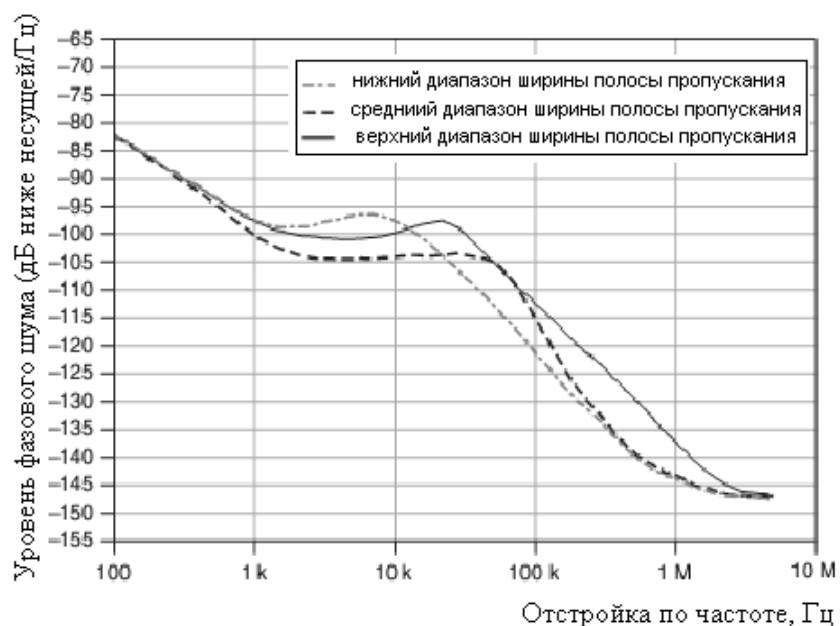


Рисунок 3. Результат измерения фазового шума сигнала с частотой 2,4 ГГц при различных диапазонах ширины полосы пропускания.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Условия выполнения измерений: измерение на выходе сигнала гетеродина; опорный синхросигнал - внутренний; диапазон ширины полосы пропускания: средний.

<sup>4</sup> Условия выполнения измерений: измерение на выходе сигнала гетеродина; опорный синхросигнал: внутренний.

# Ввод ВЧ сигнала

## Диапазон амплитуды входного сигнала

Диапазон амплитуды..... От среднего значения уровня шума до +30 дБм (среднеквадратическое значение)

Опорный уровень/дискретность перестройки опорного уровня.....  $\geq 60$  дБ с шагом 1 дБ

## Длительность установления амплитуды

<0,1 дБ от конечного значения..... 125 мкс, типично<sup>5</sup>

<0,5 дБ от конечного значения..... 300 мкс<sup>6</sup>

## Абсолютные значения погрешности значения амплитуды

Таблица 3. Погрешность значения амплитуды.

Несущая частота	Температура выполнения самокалибровки °C* $\pm 5$ °C	
	От 15 °C до 35 °C	От 0 °C до 55 °C
От 65 ГГц до <375 ГГц	$\pm 0,70$ $\pm 0,65$ (95%-ый перцентиль, $\approx 2\sigma$ ) $\pm 0,50$ , типично	$\pm 0,75$ $\pm 0,65$ (95%-ый перцентиль, $\approx 2\sigma$ ) $\pm 0,55$ , типично
От 375 ГГц до <2 ГГц	$\pm 0,65$ $\pm 0,55$ (95%-ый перцентиль, $\approx 2\sigma$ ) $\pm 0,35$ , типично	$\pm 0,70$ $\pm 0,55$ (95%-ый перцентиль, $\approx 2\sigma$ ) $\pm 0,40$ , типично
От 2 ГГц до <4 ГГц	$\pm 0,70$ $\pm 0,55$ (95%-ый перцентиль, $\approx 2\sigma$ ) $\pm 0,40$ , типично	$\pm 0,75$ $\pm 0,60$ (95%-ый перцентиль, $\approx 2\sigma$ ) $\pm 0,40$ , типично
От 4 ГГц до 6 ГГц	$\pm 0,90$ $\pm 0,75$ (95%-ый перцентиль, $\approx 2\sigma$ ) $\pm 0,55$ , типично	$\pm 0,95$ $\pm 0,80$ (95%-ый перцентиль, $\approx 2\sigma$ ) $\pm 0,55$ , типично

Условия выполнения измерений: опорный уровень в диапазоне от -30 дБм до +30 дБм; измерение производилось при отстройке в 3,75 МГц от заданного значения центральной частоты; измерение производилось после выхода устройства NI 5644R на установившийся режим работы

\* Температура выполнения самокалибровки °C обозначает сохранённое значение температуры устройства, при которой была успешно выполнена предыдущая процедура самокалибровки. Данное значение может быть прочитано с помощью соответствующих программных средств.

Для величин опорного уровня  $\leq 30$  дБм, абсолютная величина погрешности  $\pm 0,6$  дБ, типично для частот  $\leq 4$  ГГц, и  $\pm 0,8$  дБ, типично для частот  $> 4$  ГГц. Значение характеристики зависит от отношения сигнал/шум.

<sup>5</sup> При постоянном уровне частоты сигнала гетеродина, постоянном уровне ВЧ сигнала на входе RF IN, опорному уровню задавались различные значения

<sup>6</sup> При частоте сигнала гетеродина изменяющейся в пределах частотных диапазонов фильтров гармонического сигнала, при постоянном уровне ВЧ сигнала на входе RF IN, опорному уровню задавались различные значения



# Амплитудно-частотная характеристика

Таблица 4. Амплитудно-частотная характеристика.

Частота входного ВЧ сигнала	Полоса пропускания	Температура выполнения самокалибровки °С * ±5°С
От ≤109 МГц	20 МГц	±1,0 дБ, типично
От >109 МГц до 375 МГц	20 МГц	±0,5 дБ
	40 МГц	±1,0 дБ, типично
От >375 МГц до 6 ГГц	80 МГц	±0,5 дБ

Условия выполнения измерений: опорный уровень в диапазоне от -30 дБм до +30 дБм.

\* Температура выполнения самокалибровки °С обозначает сохранённое значение температуры устройства, при которой была успешно выполнена предыдущая процедура самокалибровки.

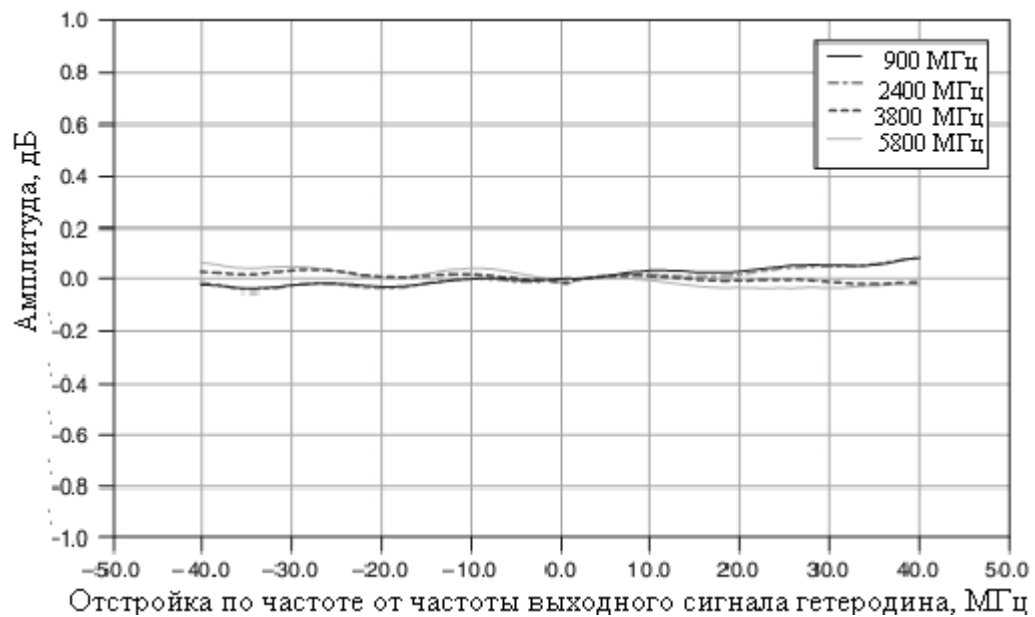


Рисунок 3. Выровненная амплитудно-частотная характеристика<sup>7</sup>. Опорный уровень 0 дБм.

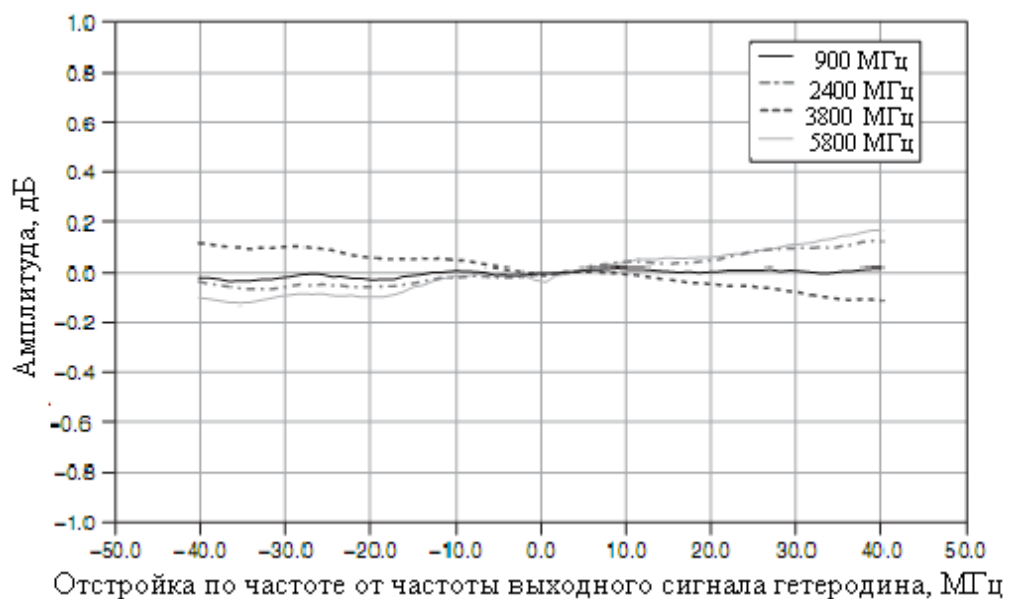


Рисунок 4. Выровненная амплитудно-частотная характеристика<sup>7</sup>. Опорный уровень -30 дБм

<sup>7</sup> Измерения выполнялись после выполнения процедуры самокалибровки

## Средняя интенсивность шума

Таблица 5. Средняя интенсивность шума.

Несущая частота	Средний уровень шумовых составляющих (дБм/Гц)	
	Опорный уровень –50 дБм	Опорный уровень –10 дБм
От 65 МГц до 4 ГГц	–159 –161, типично	–145 –148, типично
От >4 ГГц до 6 ГГц	–156 –158, типично	–144 –146, типично

Условия выполнения измерений: Вход терминирован нагрузкой 50 Ω; усреднение по 50 циклам измерения; среднеквадратический уровень шумовых составляющих нормализован к полосе 1 Гц.

## Избирательность по побочному каналу

### Негармонические выбросы

Таблица 6. Уровень негармонических выбросов, в децибелах относительно мощности несущей.

Частота	Отстройка <100 кГц	Отстройка ≥100 кГц	Отстройка >1 МГц
От 65 МГц до 3 ГГц	<–55, типично	<–60	<–75
От >3 ГГц до 6 ГГц	<–55, типично	<–55	<–70

Условия выполнения измерений: опорный уровень ≥–30 дБм; однотоновый сигнал уровнем –1 дБн, где дБн обозначает уровень сигнала относительно выбранного уровня опорного сигнала.

## Уровень остаточного сигнала на выходе гетеродина

Таблица 7. Уровень остаточного сигнала на выходе гетеродина.

Несущая частота	Температура выполнения самокалибровки °C † ±5°C
≤109 МГц	–62 –67, типично
От >109 МГц до 2 ГГц	–58 –61, типично
От >2 ГГц до 3 ГГц	–55 –58, типично
От >3 ГГц до 6 ГГц	–45 –48, типично

Условия выполнения измерений: опорный уровень в диапазоне от –30 дБм до +30 дБм; измерено на входе аналого-цифрового преобразователя.

\* дБн обозначает уровень сигнала относительно выбранного уровня опорного сигнала.

† Температура выполнения самокалибровки °C обозначает сохранённое значение температуры устройства, при которой была успешно выполнена предыдущая процедура самокалибровки.

Для обеспечения наилучшего режима работы рекомендуется выполнять самокалибровку при отклонении рабочей температуры на величину более ± 5°C от температуры, при которой выполнялась предыдущая процедура самокалибровки. При изменении температуры на величину >5 °C от температуры, при которой выполнялась предыдущая процедура самокалибровки, уровень паразитного сигнала на выходе гетеродина составляет –35 дБ ниже уровня несущей.



Рисунок 5. Уровень остаточного сигнала на выходе гетеродина, дБн<sup>8</sup>.

## Уровень мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот

Таблица 8. Уровень мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот для векторного анализатора ВЧ сигналов при полосе обзора в 80 МГц, в дБ ниже уровня мощности несущей.

Несущая частота	Температура выполнения самокалибровки °С* ±5°С
≤109 МГц	-40 -50, типично
>109 МГц до 500 МГц	-40 -45, типично
>500 МГц до 3 ГГц	-65 -70, типично
>3 ГГц до 5 ГГц	-55 -60, типично
>5 ГГц до 6 ГГц	-60 -65, типично

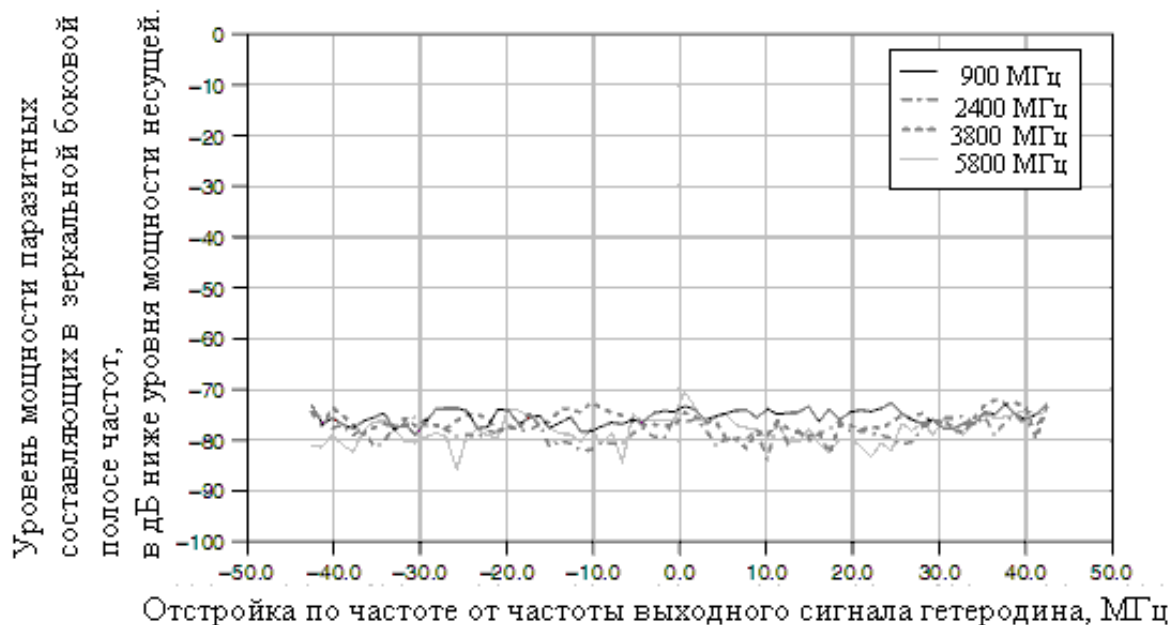
Условия выполнения измерений: опорный уровень в диапазоне от -30 дБм до +30 дБм;

\* Температура выполнения самокалибровки °С обозначает сохранённое значение температуры устройства, при которой была успешно выполнена предыдущая процедура самокалибровки.

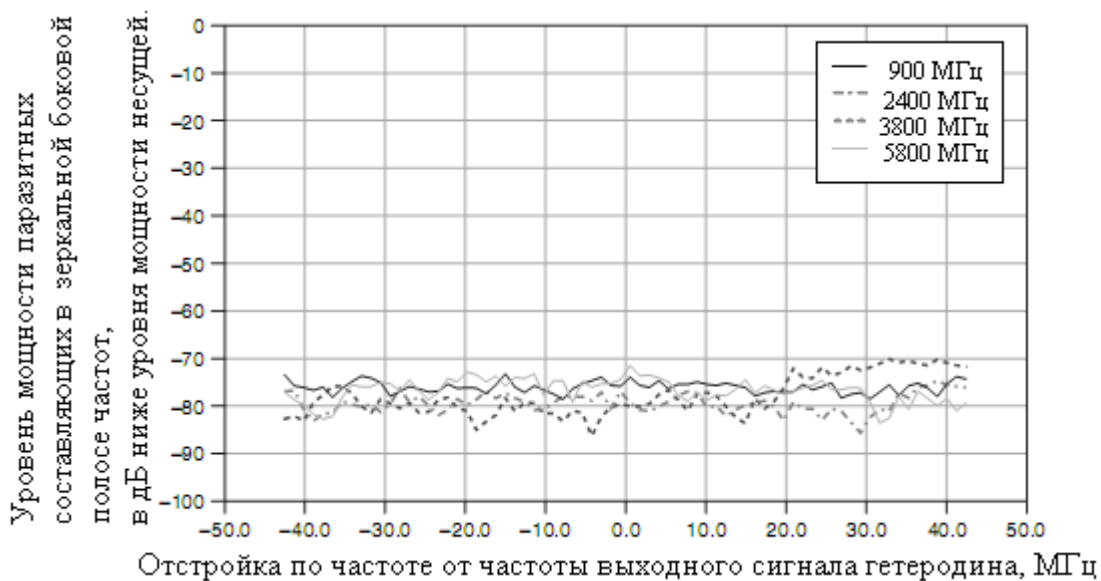
Приведённые здесь значения описывают максимальное значение мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот при полосе обзора в 80 МГц и заданной центральной частоте ВЧ сигнала. Для частот выходного сигнала гетеродина ≤ 109 МГц полоса обзора ограничивалась значением в 20 МГц.

Для обеспечения наилучшего режима работы рекомендуется выполнять самокалибровку при отклонении рабочей температуры на величину более ± 5°С от температуры, при которой выполнялась предыдущая процедура самокалибровки. При изменении температуры на величину >5 °С от температуры, при которой выполнялась предыдущая процедура самокалибровки, уровень паразитного сигнала на выходе гетеродина составляет -40 дБ ниже уровня несущей.

<sup>8</sup> Условия выполнения измерений: частотный диапазон от 109 МГц до 6 ГГц. Измерения выполнялись после выполнения самокалибровки.



**Рисунок 6.** Уровень мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот для векторного анализатора ВЧ сигналов, в дБ ниже уровня мощности несущей (опорный уровень 0 дБм, типично)<sup>9</sup>.



**Рисунок 7.** Уровень мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот для векторного анализатора ВЧ сигналов, в дБ ниже уровня мощности несущей (опорный уровень -30 дБм, типично)<sup>9</sup>.

<sup>9</sup>. Измерения выполнялись после выполнения самокалибровки.

## Перекры́стная модуляция третьего порядка (для ввода RF IN)

Таблица 9. Перекры́стная модуляция третьего порядка (ПР3), типично.

Опорный уровень –5 дБм	
Диапазон значения частоты	ПР3, дБм
От 65 МГц до 1,5 ГГц	19
>1,5 ГГц до 6 ГГц	20

Условия выполнения измерений: на вход RF IN подавались два синусоидальных сигнала уровнем –10 дБм, разнесённых по частоте на 700 кГц; опорный уровень: –5 дБм для частот менее <4 ГГц, в остальных случаях опорный уровень: –2 дБм; Номинальный уровень шумовых составляющих: –148 дБм/Гц при опорном уровне –5 дБм, –145 дБм/Гц при опорном уровне –2 дБм.

Таблица 10. Перекры́стная модуляция третьего порядка (ПР3), типично.

Опорный уровень –20 дБм	
Диапазон значения частоты	ПР3, дБм
65 МГц до 200 МГц	9
>200 МГц до 2 ГГц	11
>2 ГГц до 3,75 ГГц	8
>3,75 ГГц до 4,25 ГГц	6
>4,25 ГГц до 5 ГГц	4
>5 ГГц до 6 ГГц	1

Условия выполнения измерений: на вход RF IN подавались два синусоидальных сигнала уровнем –25 дБм, разнесённых по частоте на 700 кГц, опорный уровень: –20 дБм; номинальный уровень шумовых составляющих: –157 дБм/Гц

## Перекры́стная модуляция второго порядка (для ввода RF IN)

Таблица 11. Перекры́стная модуляция третьего порядка (ПР2), типично.

Опорный уровень –2 дБм	
Диапазон значения частоты	ПР2, дБм
От 65 МГц до 1.5 ГГц	69
>1,5 ГГц до 4 ГГц	58
>4 ГГц до 6 ГГц	52

Условия выполнения измерений: на вход RF IN подавались два синусоидальных сигнала уровнем –10 дБм, разнесённых по частоте на 700 кГц, опорный уровень: –2 дБм; номинальный уровень шумовых составляющих: –145 дБм/Гц

# Вывод ВЧ сигнала

## Диапазон мощности выходного сигнала

Таблица 12. Диапазон мощности выходного сигнала.

Разновидность выходного сигнала	Частота	Диапазон мощности выходного сигнала
Модулированный*	<4 ГГц	От уровня собственных шумов до +6 дБм, усреднённое значение уровня мощности
	≥4 ГГц	От уровня собственных шумов до +3 дБм, усреднённое значение уровня мощности
Уровень сигнала на основной гармонике †	<4 ГГц	От уровня собственных шумов до +10 дБм, усреднённое значение уровня мощности
	≥4 ГГц	От уровня собственных шумов до +7 дБм, усреднённое значение уровня мощности

\* Коэффициент амплитуды до 12 дБ  
† Возможны и большие значения, однако для них не предусмотрена калибровка

Дискретность ослабления выходным аттенюатором.....2 дБ

Дискретность цифрового аттенюатора.....0,1 дБ или лучше<sup>10</sup>

## Длительность установления амплитуды

0,1 дБ от конечного значения.....50 мкс, типично<sup>11</sup>

0,5 дБ от конечного значения..... 300 мкс<sup>12</sup>

<sup>10</sup> Среднее значение выходной мощности  $\geq -100$  дБм.

<sup>11</sup> При постоянном уровне частоты выходного сигнала гетеродина, изменяющемся уровне ВЧ сигнала на выходе RF OUT, уровни мощности  $\leq 0$  дБм, для сигналов с уровнем мощности  $> 0$  дБм длительность установления 175 мкс.

<sup>12</sup> При частоте сигнала гетеродина, изменяющейся в пределах частотных диапазонов фильтров гармонического сигнала.

## Погрешность значения уровня мощности выходного сигнала

Таблица 13. Погрешность значения уровня мощности выходного сигнала, дБ

Несущая частота	Температура выполнения самокалибровки °C * ±5°C	
	От 15 °C до 35 °C	От 0 °C до 55 °C
От 65 МГц до <375 МГц	±0,70 ±0,55 (95%-ый перцентиль, ≈ 2σ) ±0,40, типично	±0,90 ±0,65 (95%-ый перцентиль, ≈ 2σ) ±0,50, типично
От 375 МГц до <2 ГГц	±0,75 ±0,55 (95%-ый перцентиль, ≈ 2σ) ±0,40, типично	±0,90 ±0,65 (95%-ый перцентиль, ≈ 2σ) ±0,50, типично
От 2 ГГц до <4 ГГц	±0,75 ±0,60 (95%-ый перцентиль, ≈ 2σ) ±0,40, типично	±0,90 ±0,70 (95%-ый перцентиль, ≈ 2σ) ±0,50, типично
От 4 ГГц до 6 ГГц	±1,00 ±0,80 (95%-ый перцентиль, ≈ 2σ) ±0,40, типично	±1,15 ±0,90 (95%-ый перцентиль, ≈ 2σ) ±0,60, типично

Условия выполнения измерений: средняя мощность немодулированного сигнала от –70 дБм до +10 дБм.  
 \* Температура выполнения самокалибровки °C обозначает сохранённое значение температуры устройства, при которой была успешно выполнена предыдущая процедура самокалибровки.  
 При генерации сигналов с уровнем мощности <–70 дБм, высокая погрешность может быть достигнута использованием цифрового аттенюатора, погрешность работы которого определяется лишь линейностью ЦАП.  
 Погрешность абсолютного значения амплитуды измерялась при отстройке в 3,75 МГц от заданного значения центральной частоты. Измерения погрешности абсолютного значения амплитуды производились после выхода устройства NI 5644R на установившийся режим работы.

## Амплитудно-частотная характеристика

Таблица 14. Выровненная амплитудно-частотная характеристика векторного генератора ВЧ сигналов.

Частота выходного сигнала	Ширина полосы	Амплитудно-частотная характеристика
		Температура выполнения самокалибровки °С * $\pm 5^{\circ}\text{C}$
$\leq 109$ МГц	20 МГц	$\pm 1,0$ дБ, типично
От $>109$ МГц до 375 МГц	20 МГц	$\pm 0,5$ дБ
	40 МГц	$\pm 1,0$ дБ, типично
От $>375$ МГц до 6 ГГц	80 МГц	$\pm 0,5$ дБ

\* Температура выполнения самокалибровки °С обозначает сохранённое значение температуры устройства, при которой была успешно выполнена предыдущая процедура самокалибровки.  
Для данной характеристики значение частоты относится к частоте выходного ВЧ сигнала.

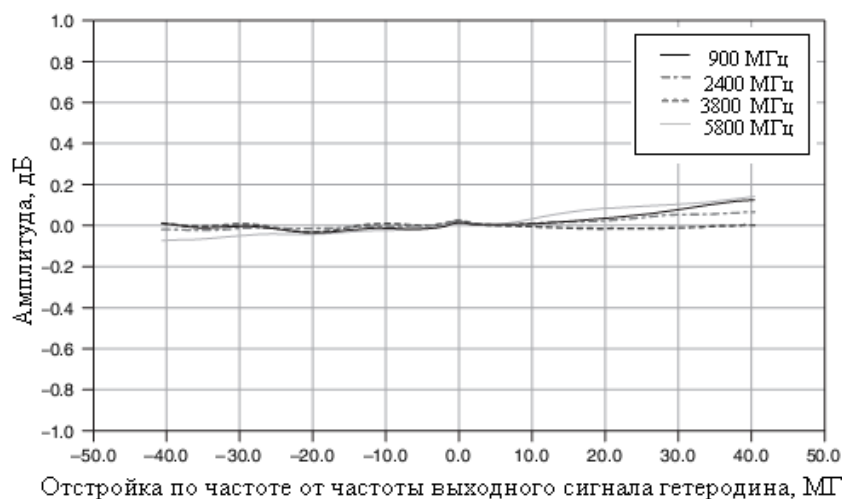


Рисунок 8. Амплитудно-частотная характеристика векторного генератора ВЧ сигналов<sup>13</sup>.

## Интенсивность шумов в выходном сигнале

Таблица 15. Интенсивность шумов в выходном сигнале, дБм/Гц.

Несущая частота	Уровень выходного сигнала		
	-30 дБм	0 дБм	10 дБм
От 65 МГц до 500 МГц	-168, типично	-150	-136 -140, типично
От $>500$ МГц до 2.5 ГГц	-168, типично	-151	-141
От $>2.5$ ГГц до 3.5 ГГц	-168, типично	-149	-139
От $>3.5$ ГГц до 6 ГГц	-165, типично	-147	-136

Условия выполнения измерений: усреднение: 200 выборок по частоте\*; Ослабление в боковой полосе: 30 дБ; Отстройка по частоте точки измерения уровня шума: 4 МГц относительно центральной частоты выходного сигнала.

<sup>13</sup> Условия выполнения измерений: немодулированный сигнал уровнем -10 дБм. Измерения выполнялись после выполнения самокалибровки.



## Избирательность по побочному каналу

### Гармоники

**Таблица 16.** Уровень мощности второй гармоники (в децибелах относительно уровня несущей).

Частота основной гармоники	23 °С ±5 °С	От 0 °С до 55 °С
От 65 МГц до 2 ГГц	-30 -31, типично	-25 -27, типично
От >2 ГГц до 3,5 ГГц	-28 -30, типично	-24 -26, типично
От >3,5 ГГц до 4 ГГц	-25 -28, типично	-22 -24, типично
От >4 ГГц до 4,5 ГГц	-28 -30, типично	-23 -25, типично
От >4,5 ГГц до 5,5 ГГц	-30 -31, типично	-25 -27, типично
От >5,5 ГГц до 6 ГГц	-34 -35, типично	-29 -31, типично

Условия выполнения измерений: измерение выполнялось с помощью модулирующего сигнала частотой 1 МГц и уровнем -1 дБ от значения полной шкалы; уровень основной гармоники +6 дБм; уровень мощности второй гармоники <-30 дБ относительно уровня мощности несущей (для сигналов с уровнем основной гармоники ≤5 дБм).

### Уровень мощности составляющих с частотой некратной частоте основной гармоники

**Таблица 17.** Уровень мощности составляющих с частотой некратной частоте основной гармоники (в децибелах относительно уровня несущей).

Частота	Отстройка <100 кГц	Отстройка ≥100 кГц	Отстройка >1 МГц
От 65 МГц до 3 ГГц	<-55, типично	<-62	<-75
От >3 ГГц до 6 ГГц	<-55, типично	<-57	<-70

Условия выполнения измерений: полная шкала для значения мощности выходного сигнала ≥-30 дБм; измерение производилось для гармонического сигнала с уровнем мощности -1 дБ от значения полной шкалы

## Перекры́стная модуляция третьего порядка для выхода RF OUT

**Таблица 18.** Уровень паразитных составляющих в выходном сигнале, обусловленных перекры́стной модуляцией третьего порядка (IMD3), в децибелах относительно уровня мощности несущей.

Частота	Гармонические сигналы с уровнем мощности 0 дБм	
	Уровень сигнала на выходе ЦАП: минус 2 дБ относительно полной шкалы	Уровень сигнала на выходе ЦАП: минус 6дБ относительно полной шкалы
От 65 МГц до 1 ГГц	-51 -55, типично	-60 -62, типично
От >1 ГГц до 3 ГГц	-53 -56, типично	-54 -56, типично
От >3 ГГц до 5 ГГц	-47 -50, типично	-49 -51, типично
От >5 ГГц до 6 ГГц	-43 -45, типично	-45 -47, типично
Условия выполнения измерений: на выходе RF OUT генерировались два синусоидальных сигнала уровнем 0 дБм, разнесённых по частоте на 500 кГц. Задействованся ВЧ усилитель для достижения заданного значения мощности каждого синусоидального сигнала.		

**Таблица 19.** Уровень паразитных составляющих в выходном сигнале обусловленных перекры́стной модуляцией третьего порядка (IMD3), в децибелах относительно уровня мощности несущей.

Частота	Гармонические сигналы с уровнем мощности минус 6 дБм	
	Уровень сигнала на выходе ЦАП: минус 2 дБ относительно полной шкалы	Уровень сигнала на выходе ЦАП: минус 6дБ относительно полной шкалы
От 65 МГц до 1,5 ГГц	-50 -54, типично	-59 -62, типично
От >1,5 ГГц до 3,5 ГГц	-54 -57, типично	-59 -62, типично
От >3,5 ГГц до 5 ГГц	-50 -53, типично	-55 -58, типично
От >5 ГГц до 6 ГГц	-47 -50, типично	-51 -54, типично
Условия выполнения измерений: на выходе RF OUT генерировались два синусоидальных сигнала уровнем минус 6 дБм, разнесённых по частоте на 500 кГц. Задействованся ВЧ усилитель для достижения заданного значения мощности каждого синусоидального сигнала.		

**Таблица 20.** Уровень паразитных составляющих в выходном сигнале обусловленных перекрёстной модуляцией третьего порядка (IMD3), в децибелах относительно уровня мощности несущей.

Частота	Гармонические сигналы с уровнем мощности минус 36 дБм	
	Уровень сигнала на выходе ЦАП:	Уровень сигнала на выходе ЦАП:
От 65 МГц до 200 МГц	-52 -54, типично	-57 -60, типично
>200 МГц до 6 ГГц	-52 -54, типично	-55 -58, типично

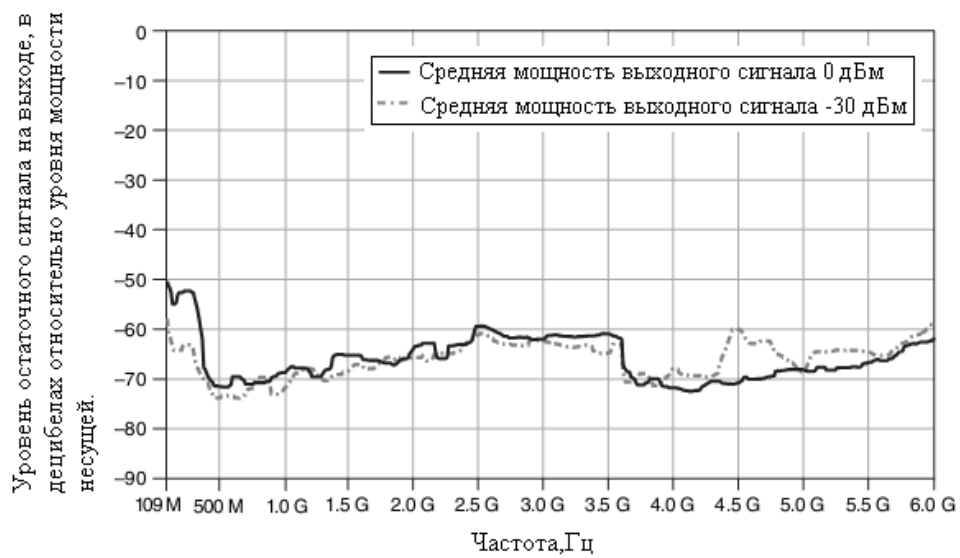
Условия выполнения измерений: на выходе RF OUT генерировались два синусоидальных сигнала уровнем минус 36 дБм, разнесённых по частоте на 500 кГц.  
Задействовался ВЧ усилитель для достижения заданного значения допустимой мощности каждого синусоидального сигнала.

## Уровень остаточного сигнала на выходе гетеродина

**Таблица 21.** Уровень остаточного сигнала на выходе гетеродина векторного генератора ВЧ сигналов, в децибелах относительно уровня мощности несущей.

Несущая частота	Температура выполнения самокалибровки °C † ±5°C
≤109 МГц	— -49, типично
От >109 МГц до 375 МГц	-45 -50, типично
От >375 МГц до 2 ГГц	-55 -60, типично
От >2 ГГц до 3 ГГц	-50 -53, типично
От >3 ГГц до 5 ГГц	-55 -58, типично
От >5 ГГц до 6 ГГц	-50 -55, типично

Условия выполнения измерений: уровень выходного сигнала от -50 дБм до +10 дБм;  
† Температура выполнения самокалибровки °C обозначает сохранённое значение температуры устройства, при которой была успешно выполнена предыдущая процедура самокалибровки.  
Для обеспечения наилучшего режима работы рекомендуется выполнять самокалибровку при отклонении рабочей температуры на величину более ± 5°C от температуры, при которой выполнялась предыдущая процедура самокалибровки. При изменении температуры на величину >5 °C от температуры, при которой выполнялась предыдущая процедура самокалибровки, уровень паразитного сигнала на выходе гетеродина составляет -40 дБ ниже уровня несущей.



**Рисунок 9.** Уровень остаточного сигнала на выходе гетеродина векторного генератора ВЧ сигналов, в децибелах относительно уровня мощности несущей в диапазоне частот выходного сигнала от 109 МГц до 2 ГГц<sup>14</sup>.

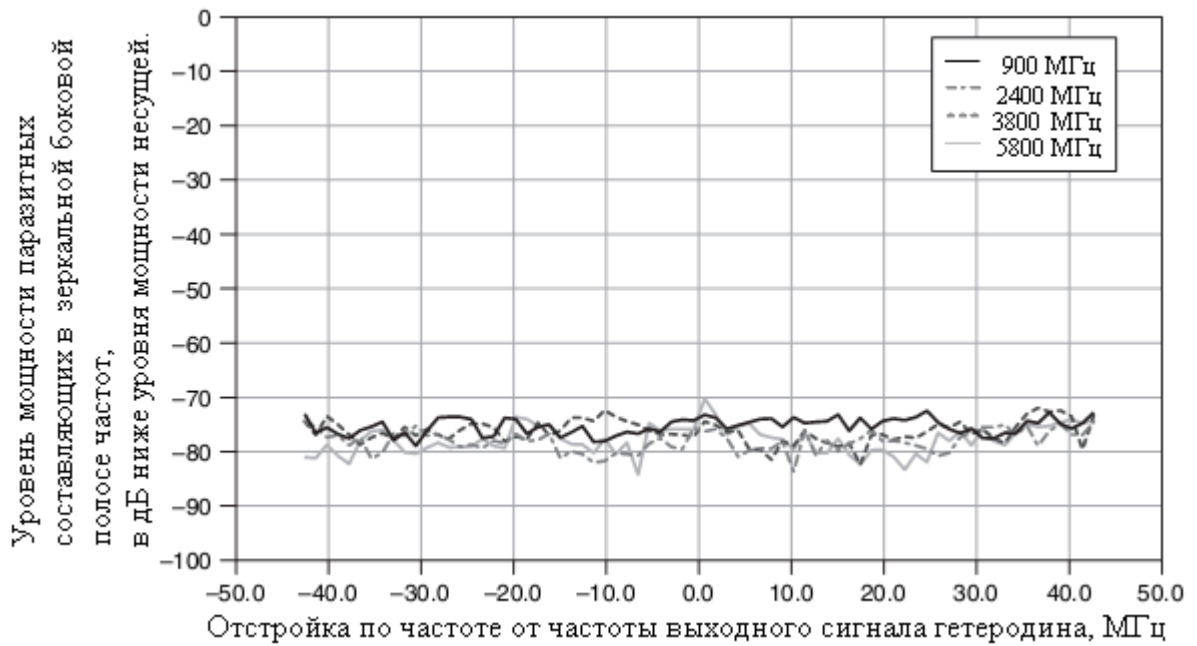
## Уровень мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот

**Таблица 22.** Уровень мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот для векторного генератора ВЧ сигналов при полосе обзора в 80 МГц, в дБ ниже уровня мощности несущей.

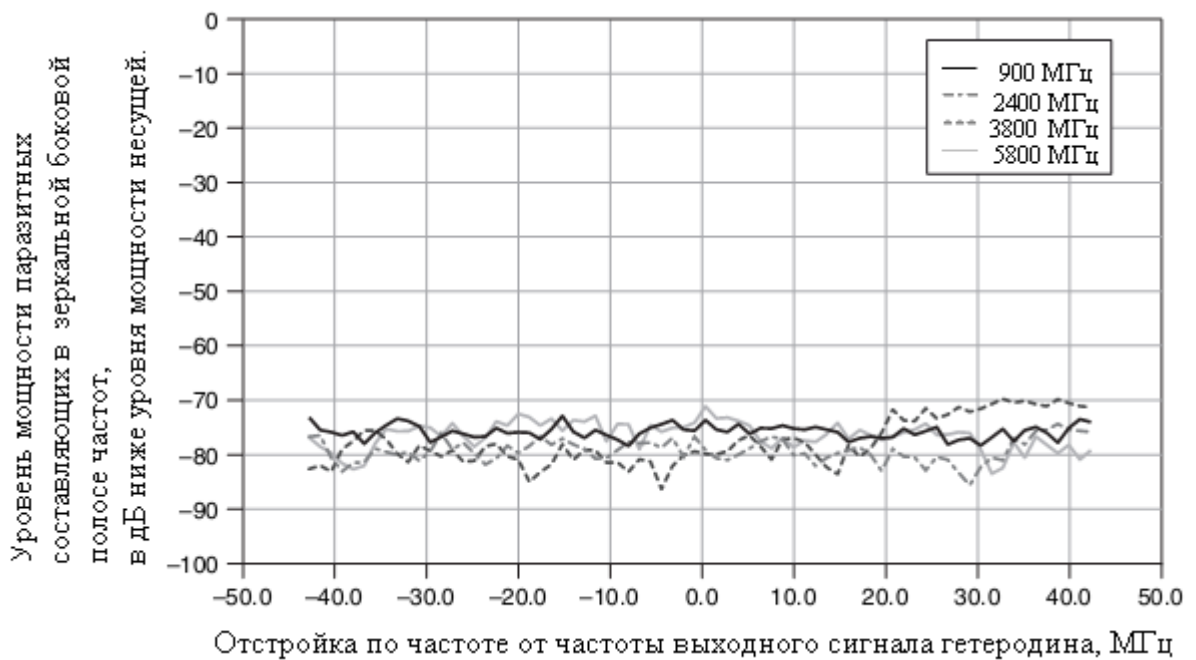
Несущая частота	Температура выполнения самокалибровки °C* ±5°C
≤109 МГц	-40 -45, типично
От >109 МГц до 375 МГц	- -40, типично
От >375 МГц до 2 ГГц	-60 -65, типично
От >2 ГГц до 3 ГГц	-50 -55, типично
От >2 ГГц до 4 ГГц	-60 -65, типично
От >4 ГГц до 6 ГГц	-40 -50, типично

Условия выполнения измерений: уровень выходного сигнала от -50 дБм до +10 дБм;  
\* Температура выполнения самокалибровки °C обозначает сохранённое значение температуры устройства, при которой была успешно выполнена предыдущая процедура самокалибровки.  
Приведённые здесь значения описывают максимальное значение мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот при полосе обзора в 80 МГц и заданной центральной частоте ВЧ сигнала. Для частот выходного сигнала гетеродина ≤ 109 МГц полоса обзора ограничивалась значением в 20 МГц.  
Для обеспечения наилучшего режима работы рекомендуется выполнять самокалибровку при отклонении рабочей температуры на величину более ± 5°C от температуры, при которой выполнялась предыдущая процедура самокалибровки. При изменении температуры на величину >5 °C от температуры, при которой выполнялась предыдущая процедура самокалибровки, уровень паразитного сигнала на выходе гетеродина составляет -40 дБ ниже уровня несущей.

<sup>14</sup> Измерения выполнялись после выполнения самокалибровки.



**Рисунок 10.** Уровень мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот для векторного анализатора ВЧ сигналов, в дБ ниже уровня мощности несущей (уровень выходного сигнала 0 дБм)<sup>15</sup>.



**Рисунок 11.** Уровень мощности паразитных составляющих в зеркальной боковой полосе частот для векторного анализатора ВЧ сигналов, в дБ ниже уровня мощности несущей (уровень выходного сигнала -30 дБм)<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Измерения выполнялись после выполнения самокалибровки.

# Амплитуда вектора ошибок

## Амплитуда вектора ошибок для векторного анализатора ВЧ сигналов

Амплитуда вектора ошибки при 64-QAM модуляции с полосой шириной 20 МГц для диапазона несущих частот от 375 МГц до 6 ГГц<sup>16,17</sup> .....-40 дБ



Рисунок 12. Амплитуда вектора ошибки для векторного анализатора ВЧ сигналов при 64-QAM модуляции с полосой шириной 20 МГц<sup>18</sup>.

<sup>16</sup> Условия выполнения измерений: 64-QAM модулированный сигнал с полосой шириной 20 МГц; фильтрация: фильтр с частотным откликом, выражающимся как квадратный корень от частотного отклика фильтра типа «приподнятый косинус», коэффициент избирательности 0,25; NI 5644R: опорный уровень: минус 10 дБм, источник опорного синхросигнала – внутренний, длительность выполнения измерения – 300 мкс.

<sup>17</sup> Задействованный генератор NI PXIe-5673; средняя мощность выходного сигнала: минус 14 дБм; источник опорного синхросигнала: внутренний

<sup>18</sup> Условия выполнения измерений: полоса модулирующего сигнала – 20 МГц; центрировано относительно частоты выходного сигнала гетеродина или смещено цифровым способом (указанно особо)

## Амплитуда вектора ошибок для векторного генератора ВЧ сигналов

Амплитуда вектора ошибки при 64-QAM  
модуляции с полосой шириной 20 МГц  
для диапазона несущих частот  
от 375 МГц до 6 ГГц<sup>19,20</sup> .....-40 дБ

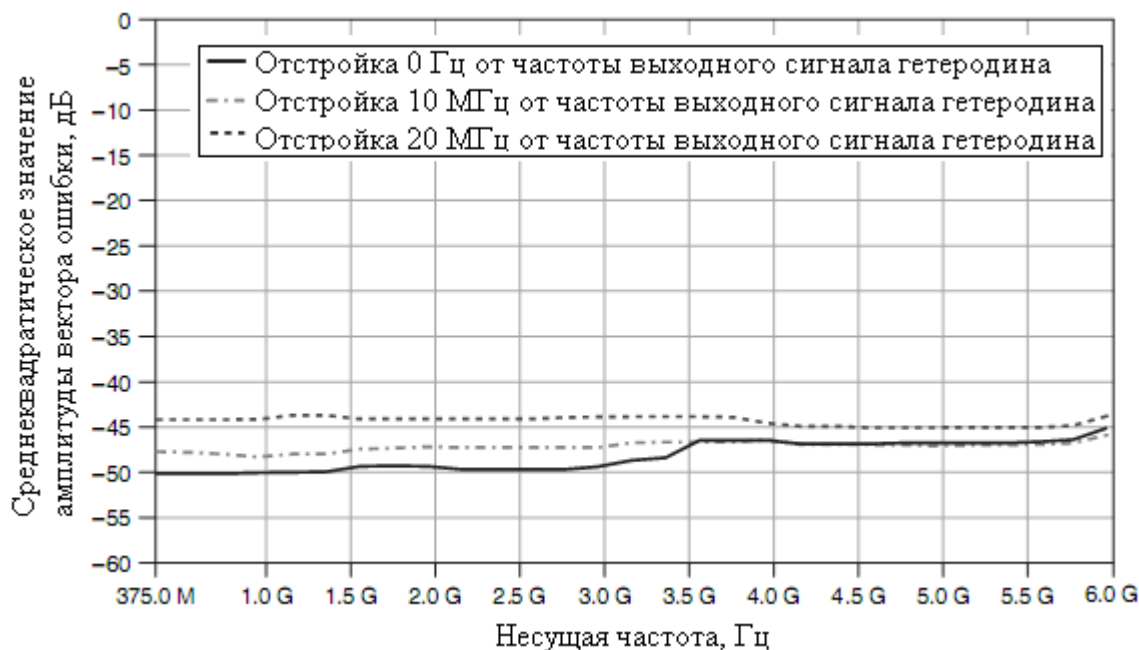


Рисунок 13. Амплитуда вектора ошибки для векторного генератора ВЧ сигналов при 64-QAM модуляции с полосой шириной 20 МГц<sup>21</sup>.

<sup>19</sup> Условия выполнения измерений: 64-QAM модулированный сигнал с полосой шириной 20 МГц; фильтрация: фильтр с частотным откликом, выражающимся как квадратный корень от частотного отклика фильтра типа «приподнятый косинус», коэффициент избирательности 0,25; NI 5644R: пиковая мощность выходного сигнала: минус 10 дБм, источник опорного синхросигнала – внутренний, длительность выполнения измерения – 300 мкс.

<sup>20</sup> Задействованный измерительный инструмент - NI PXIe-5665; средний опорный уровень: минус 10 дБм; источник опорного синхросигнала: внутренний.

<sup>21</sup> Условия выполнения измерений: полоса модулирующего сигнала – 20 МГц; центрировано относительно частоты выходного сигнала гетеродина или смещено цифровым способом (указанно особо).

## Параметры модуляции для конкретных приложений

Приведённые здесь типичные значения тех или иных параметров справедливы для случая работы устройства NI 5644R при нахождении его рабочей температуры в пределах  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  от температуры, при которой выполнялась предыдущая успешная процедура самокалибровки. Температура окружающего воздуха от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $55^{\circ}\text{C}$

### WLAN 802.11ac

Среднеквадратическое значение амплитуды вектора ошибки для 256 – QAM сигнала с несущей частотой 5800 МГц, полосой 80 МГц, ортогональное мультиплексирование деления частоты.....-45 дБ<sup>22</sup>, типично

### WLAN 802.11n

**Таблица 23.** Среднеквадратическое значение амплитуды вектора ошибки для 64 – QAM сигнала, ортогональное мультиплексирование деления частоты (стандарт 802.11n ).

Частота	Полоса 20 МГц	Полоса 40 МГц
2412 МГц	-50 дБ	-50 дБ
5000 МГц	-48 дБ	-46 дБ

Условия выполнения измерений: используемый сигнал 64 QAM; выход RF OUT замкнут с входом RF IN; Средняя мощность выходного сигнала: минус 10 дБм; опорный уровень: автоматическая установка уровня на основе текущего значения средней мощности выходного сигнала; 20 пакетов; скорость кодирования:3/4;

<sup>22</sup> Условия выполнения измерений: выход RF OUT замкнут со входом RF IN, полоса обзора 80 МГц, несущая частота 5800 МГц; средняя мощность сигнала QAM 256 от минус 30 дБм до минус 5 дБм, 20 пакетов импульсов, 16 символов данных ортогонального мультиплексирования деления частоты (OFDM),MCS=9.



## WLAN 802.11a/g/j/p

**Таблица 24.** Среднеквадратическое значение амплитуды вектора ошибки для 64 – QAM сигнала, ортогональное мультиплексирование деления частоты (стандарт 802.11a/g/j/p).

Частота	Полоса 20 МГц
2412 МГц	-53 дБ
5000 МГц	-50 дБ

Условия выполнения измерений: используемый сигнал 64 QAM; выход RF OUT замкнут с входом RF IN; Средняя мощность выходного сигнала: минус 10 дБм; опорный уровень: автоматическая установка уровня на основе текущего значения средней мощности выходного сигнала; 20 пакетов; скорость кодирования: 3/4;

## WLAN 802.11g

**Таблица 25.** Среднеквадратическое значение амплитуды вектора ошибки для 64 – QAM сигнала, ортогональное мультиплексирование деления частоты и расширение спектра методом прямой последовательности (стандарт 802.11a/g/j/p).

Частота	Полоса 20 МГц
2412 МГц	-53 дБ
5000 МГц	-50 дБ

Условия выполнения измерений: используемый сигнал 64 QAM; выход RF OUT замкнут с входом RF IN; Средняя мощность выходного сигнала: минус 10 дБм; опорный уровень: автоматическая установка уровня на основе текущего значения средней мощности выходного сигнала; 20 пакетов; скорость кодирования: 3/4;

## WLAN 802.11b/g

Среднеквадратическое значение амплитуды вектора ошибки для 256 – QAM сигнала с несущей частотой 2412 МГц, полосой 20 МГц, модуляция ССК, ортогональное мультиплексирование деления частоты.....-48 дБ<sup>23</sup>, типично

<sup>23</sup> Условия выполнения измерений: выход RF OUT замкнут с входом RF IN; число усреднений: 10; фильтрация: фильтр «гауссов приподнятый», автоматическая установка уровня на основе текущего значения средней мощности выходного сигнала, скорость модуляции ССК 11 Мбит/сек.

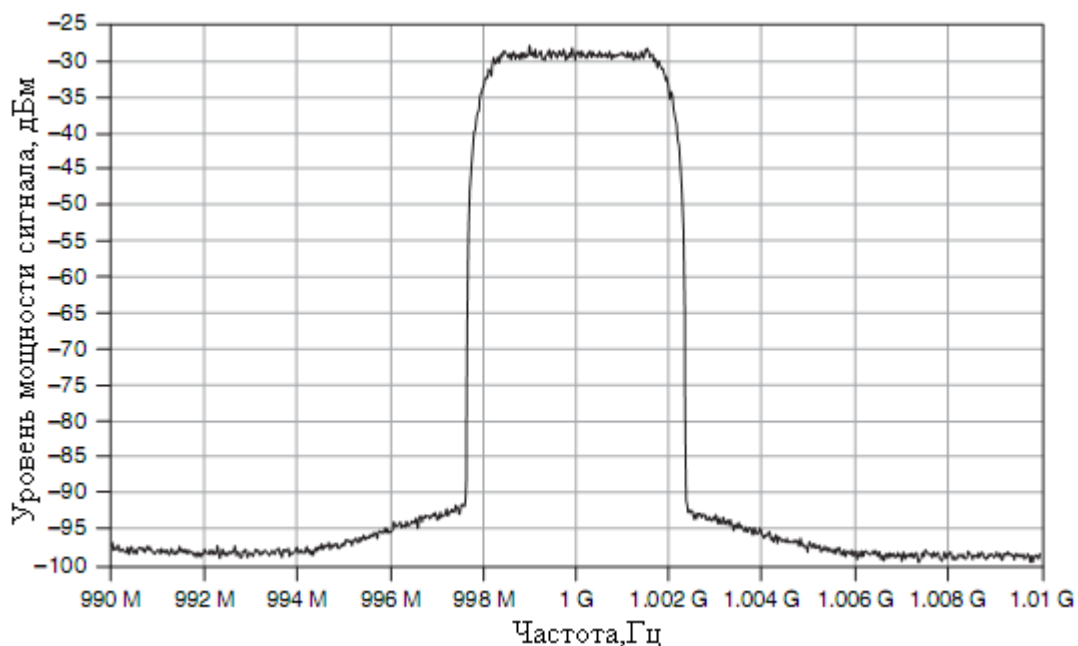
## LTE

**Таблица 26.** Типичные среднеквадратические значения амплитуды вектора ошибки для SC-FDMA сигнала (восходящий поток дуплексной связи с частотным разделением каналов).

Частота	Полоса 5 МГц	Полоса 10 МГц	Полоса 20 МГц
700 МГц	-56 дБ	-56 дБ	-54 дБ
900 МГц	-55 дБ	-55 дБ	-53 дБ
1430 МГц	-54 дБ	-54 дБ	-53 дБ
1750 МГц	-51 дБ	-50 дБ	-50 дБ
1900 МГц	-51 дБ	-50 дБ	-50 дБ
2500 МГц	-50 дБ	-49 дБ	-49 дБ

Измерения выполнялись только для восходящей линии одного канала

## WCDMA



**Рисунок 14.** Результат измерения спектральной характеристики WCDMA сигнала (задействовалась защита от помех от соседнего канала)<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> Условия выполнения измерений: выход RF OUT замкнут с входом RF IN; средняя мощность выходного сигнала -10 дБм; измерение выполнялось в режиме DL Test Model 1 (64DPCH); спектральная характеристика ограничена уровнем -66 дБ от уровня несущей частоты.

## Прочие характеристики

Аналого-цифровые преобразователи	
Разрядность.....	16 бит
Частота дискретизации <sup>25</sup> .....	20 МВыб/сек
Скорость передачи данных в режиме синфазно-квадратурной модуляции <sup>26</sup> .....	от 1,84 кВыб/сек до 120 МВыб/сек
Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)	
Разрядность.....	16 бит
Частота дискретизации <sup>27</sup> .....	120 МВыб/сек
Скорость передачи данных в режиме синфазно-квадратурной модуляции <sup>28</sup> .....	от 1,84 кВыб/сек до 120 МВыб/сек

### Характеристики встроенной ПЛИС

Наименование.....	Xilinx Virtex-6 LX195T
Количество логических ячеек.....	199680
Количество триггеров.....	249600
Количество секций DSP48.....	640
Объём встроенного ОЗУ.....	12384 кБит
Методы передачи данных.....	прямой доступ к памяти (ПДП), по прерываниям, программируемый ввод/вывод
Количество каналов прямого доступа к памяти.....	16

<sup>25</sup> Аналого-цифровые преобразователи являются двухканальными устройствами, каждый из этих каналов предназначен для обработки соответствующей компоненты I/Q сигнала.

<sup>26</sup> Скорость передачи данных в режиме синфазно-квадратурной модуляции изменяется с помощью выполнения децимации.

<sup>27</sup> Цифро-аналоговые преобразователи являются двухканальными устройствами, каждый из этих каналов предназначен для обработки соответствующей компоненты I/Q сигнала: внутренняя частота дискретизации ЦАП с помощью операции интерполяции повышается до значения 960 МВыб/сек, значение внутренней частоты дискретизации ЦАП задаётся автоматически.

<sup>28</sup> Скорость передачи данных в режиме синфазно-квадратурной модуляции изменяется с помощью выполнения децимации.

## Характеристики встроенного динамического ОЗУ

Объём.....	2 банка, 256 Мбайт на банк
Теоретическое .....	2,1 Гбайт/сек для каждого банка

## Характеристики встроенного статического ОЗУ

Объём.....	2 Мбайт
Максимальное значение скорости передачи данных (чтение).....	40 Мбайт/сек
Максимальное значение скорости передачи данных (чтение).....	36 Мбайт/сек

## Соединители на передней панели

Все соединители, расположенные на передней панели модуля это SMA розетки, за исключением Digital I/O являющимся т.н. VHDCI соединителем.

### RF IN

Входной импеданс.....50  $\Omega$ , номинально

### Коэффициент отражения (коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН))

Таблица 27. Потери на отражение, дБ (КСВН).

Частота	Типичное значение
$109\text{МГц} \leq f < 2,4\text{ГГц}^*$	15,5 (1,40:1)
$2,4\text{ГГц} \leq f < 4\text{ГГц}^*$	12,7 (1,60:1)
$4\text{ГГц} \leq f < 6\text{ГГц}$	12,0 (1,67:1)

\* Для значений опорного уровня  $\geq +5$  дБм, потери на отражение по крайней мере на 3 дБ меньше.  
Потери на отражение для частот  $< 109$  МГц менее 14 дБ (КСВН  $< 1,5:1$ ).

Предельное значение мощности  
входного сигнала<sup>29</sup> .....+33 дБм  
среднеквадратично,  
немодулированный сигнал

### RF OUT

Выходной импеданс.....50  $\Omega$ , номинально

### Коэффициент отражения (коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН))

Таблица 28. Потери на отражение, дБ (КСВН).

Частота	Типичное значение
$109\text{МГц} \leq f < 2\text{ГГц}$	19,0 (1,25:1)
$2\text{ГГц} \leq f < 5\text{ГГц}$	15,0 (1,43:1)
$5\text{ГГц} \leq f < 6\text{ГГц}$	11,0 (1,78:1)

Потери на отражение для частот  $< 109$  МГц менее 20 дБ (КСВН  $< 1,22:1$ ).

<sup>29</sup> Для модулированного сигнала предельное значение мощности не должно превышать +36 дБм

Предельное значение мощности  
отражённого сигнала<sup>30</sup>

<4 ГГц.....	+33 дБм (среднеквадратично, немодулированный сигнал)
≥4 ГГц .....	+30 дБм (среднеквадратично, немодулированный сигнал)

## CAL IN, CAL OUT

Импеданс.....50 Ω, номинально



Не отсоединяйте кабель, установленный между соединителем CAL IN и соединителем CAL OUT. Отсоединение кабеля или его повреждение может привести к нарушению заводской калибровки, что влечёт ухудшение значений тех или иных характеристик работы устройства.

## LO OUT (соединители RF IN 0 и RF OUT 0)

Диапазон частоты выходного сигнала<sup>31</sup> .....От 65 МГц до 6 ГГц

Мощность выходного сигнала

LO OUT (соединитель RF IN 0)

От 65 МГц до 6 ГГц..... 0 дБм, номинально

LO OUT (соединитель RF OUT 0)

От 65 МГц до 3.6 ГГц .....0 дБм, номинально

≥3.6 ГГц до 6 ГГц..... 3 дБм, номинально

Дискретность значения мощности

выходного сигнала.....0,25 дБ, номинально

Выходной импеданс.....50 Ω, номинально, связь  
по переменному току

Потери на отражение.....>11,0дБ, (КСВН <1,8:1),  
типично

<sup>30</sup> Для модулированного сигнала предельное значение мощности не должно превышать значения для немодулированного сигнала

<sup>31</sup> При перестройке частоты в диапазоне от 65 МГц до 375 МГц с помощью сигнала подаваемого на вход RF IN, частота экспортированного выходного сигнала гетеродина будет в два раза больше ожидаемой.

Уровень остаточного сигнала при выключенном выходе

Частота выходного сигнала гетеродина <2.5 ГГц  
(подстроенная) ..... –45 дБ ниже уровня  
мощности несущей, номинально

Частота выходного сигнала гетеродина ≥2.5 ГГц  
(подстроенная)..... –35 дБ ниже уровня  
мощности несущей, номинально

## LO IN (соединители RF IN 0 и RF OUT 0)

Диапазон частоты входного сигнала<sup>32</sup> ..... От 65 МГц до 6 ГГц

Допустимый уровень мощности входного сигнала

LO IN (RF IN 0)

От 65 МГц до 6 ГГц ..... 0 дБм ±3 дБ,  
номинально

LO IN (RF OUT 0)

От 65 МГц до 3.6 ГГц ..... 0 дБм ±3 дБ,  
номинально

От ≥3,6 ГГц до 6 ГГц ..... 3 дБм ±1 дБ,  
номинально

Входной импеданс ..... 50 Ω, номинально, связь  
по переменному току

Потери на отражение ..... >11,7 дБ,  
(КСВН <1,7:1), типично

Предельное значение мощности входного сигнала...+5 дБм

Предельное напряжение постоянного тока на входе...±5 В

## REF IN

Частота ..... 10 МГц

Допустимое отклонение значения частоты<sup>33</sup> ..... ±10 × 10<sup>-6</sup>

<sup>32</sup> При перестройке частоты в диапазоне от 65 МГц до 375 МГц с помощью сигнала подаваемого на вход RF IN, частота экспортированного выходного сигнала гетеродина будет в два раза больше ожидаемой.

<sup>33</sup> Пгрешность значения частоты = Допустимое отклонение значения частоты × Значение частоты опорного синхросигнала.

## Амплитуда

Прямоугольный сигнал.....	От 0,7 $V_{амп}$ до 5 $V_{амп}$ на нагрузке 50 $\Omega$ , типично
Синусоидальный сигнал <sup>34</sup> .....	От 0,7 $V_{амп}$ до 2,5 $V_{амп}$ на нагрузке 50 $\Omega$ , типично
Входной импеданс.....	50 $\Omega$ , номинально
Связь.....	по переменному току

## REF OUT

### Частота

Опорный синхросигнал <sup>35</sup> .....	10 МГц, номинально
Строблирующий сигнал.....	120 МГц, номинально
Выходной импеданс.....	50 $\Omega$ , номинально
Связь.....	по переменному току

## PFI 0

### Уровни напряжения<sup>36</sup>

Предельный уровень входного напряжения.....	От -0,5 В до 5,5 В
$V_{IL}$ .....	0,8 В
$V_{IH}$ .....	2,0 В
$V_{OL}$ .....	0,2 В на нагрузке, задающей выходной ток 100 мкА
$V_{OH}$ .....	2,9 В на нагрузке, задающей выходной ток 100 мкА
Входной импеданс.....	10 к $\Omega$ , номинально
Выходной импеданс.....	50 $\Omega$ , номинально
Максимальная сила выходного тока.....	24 мА
Минимальное значение задержки при переключении направления <sup>37</sup> .....	48 нс+ 1 период синхросигнала

<sup>34</sup> От 1  $V_{СКВ}$  до 3,5  $V_{СКВ}$ . Значения характеристик джиттера (фазового дрожания) улучшаются с увеличением времени нарастания входного сигнала.

<sup>35</sup> Характеристики точности значения частоты приведены в пункте *Внутренний источник синхросигнала*.

<sup>36</sup> Уровни напряжения обеспечиваются буферами цифровых сигналов и определяются их техническими характеристиками.



## Соединитель Digital I/O

Тип соединителя.....VHDCI

Наименование сигнала	Направление	Разрядность порта
DIO 23:20	Двунаправленный, управление направлением линий индивидуальное	4
DIO 19:16	Двунаправленный, управление направлением линий индивидуальное	4
DIO 15:12	Двунаправленный, управление направлением линий индивидуальное	4
DIO 11:8	Двунаправленный, управление направлением линий индивидуальное	4
DIO 7:4	Двунаправленный, управление направлением линий индивидуальное	4
DIO 3:0	Двунаправленный, управление направлением линий индивидуальное	4
PFI 1	Двунаправленный	1
PFI 2	Двунаправленный	1
Clock In	Ввод	1
Clock Out	Вывод	1

### Уровни напряжения<sup>38</sup>

Предельный уровень входного напряжения.....От -0,5 В до 4,5 В

$V_{IL}$ .....0,8 В

$V_{IH}$ .....2,0 В

$V_{OL}$ .....0,2 В на нагрузке,  
задающей выходной ток  
100 мкА

$V_{OH}$ .....2,9 В на нагрузке,  
задающей силу  
выходной ток 100 мкА

### Входной импеданс

DIO 23:0, CLK IN.....10 кΩ, номинально

PFI 1, PFI 2.....100 кΩ, номинально;  
имеется резистор,  
«подтягивающий»  
линию к напряжению  
питания

Выходной импеданс.....50 Ω, номинально

<sup>37</sup> Зависит от периода синхросигнала используемого для тактирования элемента ПЛИС, предназначенного для управления направлением канала ввода/вывода.

<sup>38</sup> Уровни напряжения обеспечиваются буферами цифровых сигналов и определяются их техническими характеристиками.

Максимальная сила выходного тока.....12 мА

Минимальное значение задержки  
при переключении направления<sup>39</sup> .....48 нс+ 1 период  
синхросигнала

Максимальная частота переключения.....125 МГц, типично

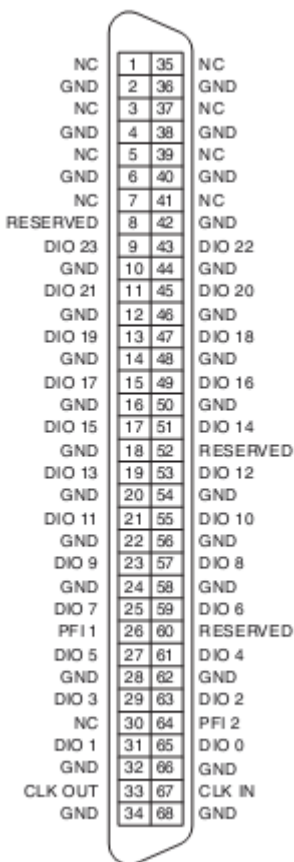


Рисунок 15. Цоколёвка соединителя DIGITAL I/O.

## Энергопотребление

Таблица 29. Характеристики энергопотребления.

Напряжение постоянного тока, В	Типичное значение силы тока, А	Максимальное значение силы тока, А
+3,3	4,9	5,3
+12	3,3	4,2

Типичное значение потребляемой мощности 56 Вт. Модуль подключается к обоим разъёмам питания задней соединительной панели NI PXI Express.

<sup>39</sup> Зависит от периода синхросигнала используемого для тактирования элемента ПЛИС, предназначенного для управления направлением канала ввода/вывода.

# Калибровка

Периодичность.....1 год

При выполнении калибровки с периодом в 2 года, к параметрам *Абсолютное значение погрешности амплитуды*, параметрам ввода ВЧ сигналов *Амплитудно-частотная характеристика*, *Погрешность значения уровня мощности выходного сигнала* и параметру вывода ВЧ сигналов *Амплитудно-частотная характеристика* необходимо добавить 0,2 дБ для каждого года превышения указанного выше межкалибровочного интервала.

## Передняя панель устройства NI 5644R

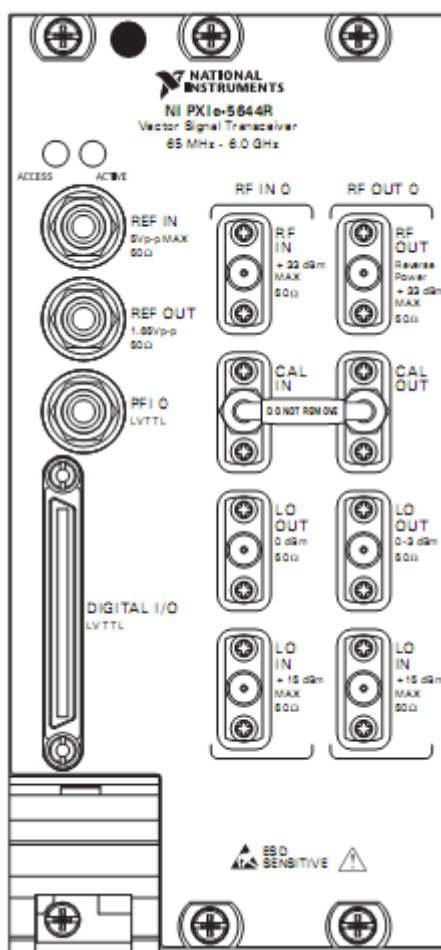


Рисунок 16. Передняя панель устройства NI 5644R.

## Массогабаритные характеристики

---

Измерения.....	6,1 см×12,9 см×21,1 см. Требуется три PXI Express 3U слота
Вес.....	1360 г

## Требования к окружающей среде

---

Значения того или иного параметра, кроме случаев оговоренных особо, справедливы при описанных ниже требованиях к окружающей среде.

Высота места использования.....	От 0 м до 2000 м над уровнем моря (при температуре окружающего воздуха 25 °С).
---------------------------------	--

Степень загрязнения.....	2
--------------------------	---

Устройство NI 5644 предназначено только для использования только внутри помещений

## Условия окружающей среды при эксплуатации

Время «разогрева».....	30 минут
------------------------	----------

Температура окружающего воздуха.....	от 0 °С до 55°С. Тестировано в соответствии с стандартами IEC-60068- 2-1 и IEC-60068-2-2. Нижний предел температуры соответствует требованиям MIL-RPF- 28800F Class 3, верхний предел температуры соответствует требованиям MIL-RPF- 28800F Class 2.
--------------------------------------	---

Диапазон относительной влажности.....	от 10 до 90% без конденсации. Тестировано в соответствии с стандартом IEC-60068- 2-56.
---------------------------------------	---

## Условия окружающей среды при эксплуатации

Время «разогрева».....	30 минут
Температура окружающего воздуха.....	от 0 °С до 55°С. Тестировано в соответствии с стандартами IEC-60068-2-1 и IEC-60068-2-2. Пределы температуры соответствует требованиям MIL-RPF-28800F Class 3.
Диапазон относительной влажности.....	от 10 до 90% без конденсации. Тестировано в соответствии с стандартом IEC-60068-2-56.

## Удары и вибрации

Максимально допустимые параметры ударной нагрузки в эксплуатации.....	30 g, полуволна синусоиды, длительность 11 мс, (по стандарту IEC-60068-2-27. Тестовый профиль по стандарту MIL-PRF-28800F)
---	--

## Случайные колебания

При эксплуатации.....	от 5 до 500 Гц, 0.31g <sub>СКВ</sub>
При хранении.....	от 5 до 500 Гц, 0.31g <sub>СКВ</sub> (удовлетворяет требованиям стандарта 60068-2-64. Тестовый профиль по стандарту MIL-PRF-28800F, Класс В).

# Безопасность, электромагнитная совместимость и соответствие требованиям СЕ

---

## Безопасность

Данный продукт разработан с учётом требований следующих стандартов безопасности электрического оборудования для измерений, управления, лабораторного использования:

- IEC 61010-1, EN 61010-1,
- UL 61010-1 C -01, CSA610010-1.



Для отыскания UL и других сертификатов безопасности обратитесь к пункту *Online поиск сертификатов*.

## Электромагнитная совместимость

Данный продукт удовлетворяет требованиям следующих стандартов электромагнитной совместимости:

- EN 61326-1 (IEC 61326-1) излучение класса А, базовый иммунитет,
- EN 55011 (CISPR 11), Группа 1, излучение класса А,
- AS/NZS CISPR 11 Группа 1, излучение класса А,
- FCC 47 CFR Part 15B, Излучение класса А,
- ICES-001, Излучение класса А.

В США к оборудованию класса А относится оборудование, предназначенное для использования в предприятиях торговли, лёгкой промышленности, а также на предприятиях тяжелой промышленности (по нормативному документу FCC 47 CFR).

В Канаде, Новой Зеландии, Австралии, странах Европы к оборудованию класса А относится оборудование, предназначенное для использования на предприятиях тяжелой промышленности (по нормативному документу CISPR 11).

К группе 1 (по нормативному документу CISPR 11) относится любое промышленное, научное или медицинское оборудование, не излучающее ВЧ энергию и предназначенное для исследования тех или иных материалов или для выполнения какого-либо рода тестирования или анализа.



При эксплуатации устройства используйте только экранированные кабели.



Информация по поиску сертификатов и стандартов и деклараций электромагнитной совместимости приведена в пункте *Онлайн поиск сертификатов*.

## Соответствие директивам CE

Данный продукт соответствует основным требованиям следующих директив CE, что отмечено соответствующей маркировкой:

Директива о мерах обеспечения безопасности  
низковольтных цепей.....2006/95/EC

Директива о мерах по обеспечению  
электромагнитной совместимости.....2004/108/EC

### Online поиск сертификатов

В Декларации Совместимости (DoC) данного продукта приведена дополнительная информация о совместимости устройства. Чтобы загрузить Декларацию Совместимости на данный продукт, необходимо на странице [ni.com/certification](http://ni.com/certification) выполнить поиск по номеру модели и кликнуть по соответствующей ссылке в колонке Certification.

### Защита окружающей среды

Компания National Instruments при разработке и производстве своей продукции использует наиболее безопасные для окружающей природы технологии. Компания National Instruments осознаёт, что уменьшение количества опасных элементов в своей продукции желательно для покупателей и окружающей среды.

За дополнительной информацией по этому вопросу обратитесь к статье *NI and the Environment* на странице [www.ni.com/environment](http://www.ni.com/environment). В этой статье упомянуты директивы в области защиты окружающей среды, выполняемые NI вкпе с дополнительной информацией о сохранении окружающей среды, не включённой в данный документ.

### Утилизация электрического и электронного оборудования (WEEE)



**Европейские покупатели.** По завершению своего жизненного цикла, все изделия должны быть высланы в центр переработки WEEE. Дополнительная информация о центрах переработки WEEE и инициативах National Instruments в рамках этого проекта доступна на странице [www.ni.com/environment/weee.htm](http://www.ni.com/environment/weee.htm).

## **Техническая поддержка и профессиональное обслуживание**

---

Веб-сайт National Instruments – Ваш исчерпывающий источник информации по вопросам технической поддержки. На странице [ni.com/support](http://ni.com/support) Вы можете воспользоваться информацией по широкому кругу вопросов - от указаний по выявлению и устранению неисправностей и подробных сведений о разработке программных приложений до возможности связаться с сервисной инженерной службой компании NI по электронной почте или посредством телефонного звонка.

В Декларации Совместимости (DoC) данного продукта приведена дополнительная информация о совместимости устройства, в том числе и с требованиями Европейского Союза. Под термином «совместимость» понимается также и электромагнитная совместимость устройства и безопасность устройства для пользователя. Загрузить Декларацию Совместимости можно следуя указаниям на странице [ni.com/certification](http://ni.com/certification). Если Вашему устройству требуется калибровка, то сертификат о выполнении первоначальной калибровки можно загрузить со страницы [ni.com/calibration](http://ni.com/calibration).

Офис компании National Instruments в России расположен по адресу 119361 г. Москва, ул. Озерная, д.42, офис 1101. Адрес Центрального офиса компании National Instruments: 11500 North Mopac Expressway, Austin, Texas, 78759-3504. Компания также имеет филиалы по всему миру, что позволит Вам получить техническую помощь в своем регионе.

Если вы искали помощи на [ni.com](http://ni.com) и не нашли ответа, обратитесь за бесплатной технической поддержкой в офис National Instruments:

National Instruments Россия, СНГ, Балтия

119361 г. Москва, ул. Озерная, д.42 офис 1101

Телефон в Москве: + 7(495) 783-68-51

Телефон в Санкт-Петербурге: + 7 (812) 951-44-18

Телефон в Киеве: + 38 (068) 394-21-22

Электронная почта: [support.russia@ni.com](mailto:support.russia@ni.com).